

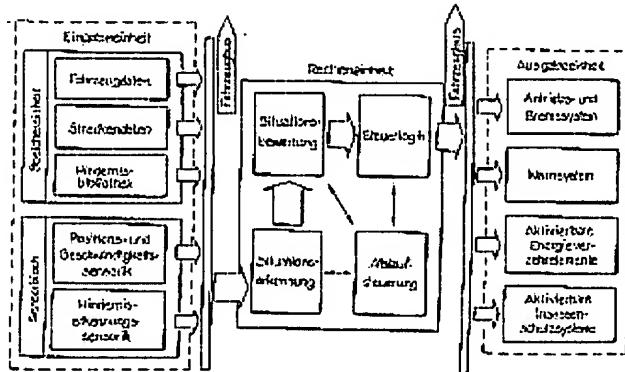
Automobile emergency system with autonomous accident diagnosis via processing unit with modular program for evaluation of sensor data

Patent number: DE10121956
Publication date: 2002-11-28
Inventor: BOMMER MARC (DE); HIMMELSTEIN GUENTHER (DE)
Applicant: DAIMLER CHRYSLER AG (DE)
Classification:
- **international:** B60R21/01; G01S13/93; B60R21/01; G01S13/00;
(IPC1-7): B60R21/01
- **european:** B60R21/01C; G01S13/93C
Application number: DE20011021956 20010505
Priority number(s): DE20011021956 20010505

[Report a data error here](#)

Abstract of DE10121956

The emergency system has standard interfaces for supplying useful data and sensor data provided by a number of input unit components to a processing unit, employing a modular program, for situation evaluation of the sensor data with the aid of the useful data, for providing control data for different components of an output unit in dependence on defined decision criteria.



Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Patentschrift
⑯ DE 101 21 956 C 1

⑮ Int. Cl.⁷:

B 60 R 21/01

DE 101 21 956 C 1

⑯ Aktenzeichen: 101 21 956.3-21
⑯ Anmeldetag: 5. 5. 2001
⑯ Offenlegungstag: -
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 28. 11. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:

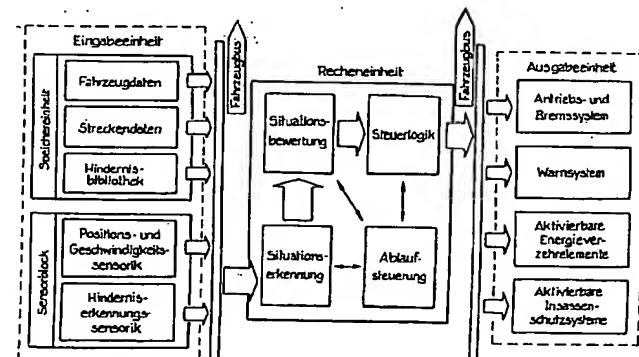
Bommer, Marc, Dipl.-Ing., 36266 Heringen, DE;
Himmelstein, Günther, Dipl.-Phys., 61440
Oberursel, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 199 21 238 A1
DE 198 42 827 A1
DE 197 41 631 A1
DE 44 07 757 A1

⑯ Fahrzeugbasiertes Notfall-System

⑯ Die Erfindung beinhaltet ein im folgenden beschriebenes, fahrzeugbasiertes, rechnergestütztes Notfallsystem. Über standardisierte Eingabeschnittstellen werden Nutz- und Sensordaten auf Basis eines konventionellen Prozessdatenverkehrs, vorzugsweise in Form eines bidirektionalen Fahrzeugbussystems, z. B. eines sogenannten MVB (Miltifunction Vehicle Bus) an eine Recheneinheit weitergegeben und in der Recheneinheit durch ein komplexes Notfall-Programm verarbeitet und nach erfolgter Verarbeitung und Bewertung ebenfalls an das Fahrzeugbussystem angeschlossene Ausgabeeinheiten Steuerdaten zur Aktivierung von Sicherheitssystemen weitergegeben. Das Notfallprogramm ergänzt hierbei eine sensorbasierte Situationserkennung durch eine übergeordnete Situationsbewertung. Bei der Situationsbewertung wird anhand von definierten Entscheidungskriterien aus den Eingangsgrößen der Zeitpunkt für die Aktivierung und die Auswahl der Sicherheitssysteme bestimmt.



DE 101 21 956 C 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Erzeugnis mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs.

[0002] Durch die integrierte Behandlung von auf Fahrzeugen installierten aktiven, vorausschauenden Systemen mit aktivierbaren Schutzmaßnahmen ergibt sich die Möglichkeit das Sicherheitsniveau für den Fahrgast und für das Fahrzeug auf kostengünstige Weise nachhaltig zu erhöhen. Aktivierbare Sicherheitssysteme sind im Kraftfahrzeug z. B. Airbags, Gurtstraffer, Bremsassistenten, aktiv abschaltbare Batteriehauptschalter. Aktivierbare Sicherheitssysteme in Schienenfahrzeugen sind insbesondere Rückhaltesysteme in Form von Fangnetzen in den Fahrgastabteilen, aktivierbare Deformationskörper in den einzelnen Wagen und Triebwagen sowie hauptsächlich die aktivierbare Betriebs- und Gefahrenbremsung.

[0003] Ansatzpunkt für die integrale Behandlung ist die Feststellung, dass trotz eines hohen, technischen Standards heutiger Verkehrsleit- und Sicherungssysteme Unfälle nicht gänzlich vermieden werden können. Unfallträchtig sind insbesondere Situationen, an denen vom Leit- und Sicherungssystem nicht überwachte, potentielle Kollisionspartner beteiligt sind. Dies sind zum Beispiel Fußgänger im direkten Umfeld des befahrenen Lichtraumprofils, unbeschränkte Bahnübergänge, nicht rechtzeitig räumende Straßenfahrzeuge oder kurzfristig abgestellte Anhänger oder Wagen bei Rangierfahrten von Nutzfahrzeugen oder Schienenfahrzeugen auf Verladebahnhöfen.

[0004] Ein gattungsbildendes Notfallsystem ist aus der DE 197 41 631 A1 bekannt. Bei jenem Notfallsystem werden über Schnittstellen Nutzdaten und Sensordaten aus mehreren Komponenten einer Eingabeeinheit auf der Basis eines Prozessdatenverkehrs an eine Recheneinheit weitergegeben. In der Recheneinheit werden die Sensordaten und die Nutzdaten durch ein EDV-Programm zu Steuerdaten für mehrere Komponenten einer Ausgabeeinheit verarbeitet. Die Sensordaten enthalten Informationen zur Positionsbestimmung, zur Geschwindigkeit, zur Beschleunigung und zur Hinderniserkennung. Die Nutzdaten enthalten Informationen zum Fahrzeug, zur Fahrstrecke und zu möglichen Hindernissen. In dem EDV-Programm zur Situationserkennung werden die Sensordaten aus der Situationserkennung mit Hilfe der Nutzdaten bewertet und an Hand von vordefinierten Entscheidungskriterien Steuerbefehle an die Aktuatoren der angeschlossenen x-by-wire Systeme gegeben. Die x-by-wire Systeme bestehen aus Brems-, Beschleunigungs- und Lenkeinrichtungen des Kraftfahrzeugs. Die Situationsbewertung berechnet hierbei eine Kolisionsstrategie, bei der in Abhängigkeit der Sitzbelegung die unbesetzten Bereiche des Kraftfahrzeugs zum Kolisionsoberflächen gedreht werden.

[0005] Aus der DE 198 42 827 A1 ist ein Videosystem zur Hinderniserkennung bekannt. Das Videobild wird mit einem Scanner und einer Auswerteeinheit mit den Methoden der Mustererkennung auf Muster von typischerweise im Straßenverkehr auftauchenden Hindernissen hin untersucht. Wird die Kontur eines Hindernisses mit hinreichender Wahrscheinlichkeit in der Auswerteeinheit erkannt und wird ein vorgegebener Sicherheitsabstand des Fahrzeuges zum erkannten Hindernis unterschritten, werden die Sicherheitssysteme des Fahrzeuges aktiv geschaltet, so daß sie im Falle der Kolision einsatzbereit sind. Man spricht hier von Pre-crashsensierungssystemen.

[0006] Aus der DE 44 07 757 A1 ist ein Hinderniserkennungssystem bekannt, bei dem aus den aktuellen Zustandsgrößen des Fahrzeuges ein voraussichtlicher Fahrweg abgeleitet wird. Mit einer Radareinheit wird der aktuelle Fahrweg auf Hindernisse abgetastet. Mit einem zweistufigen Al-

gorithmus wird das Gefahrenpotential eines erkannten Hindernisses abgeschätzt. In einer ersten Stufe wird ermittelt, ob das Hindernis im aktuellen Fahrweg liegt und in einer zweiten Stufe wird ermittelt ob das erkannte Hindernis auch

5 im voraussichtlichen Fahrweg liegt. Mit dem System ist es zum Beispiel möglich bei der Kurvenfahrt eines Fahrzeuges das Gefährdungspotential von in der Kurve als Hindernis erkannten Leitplanken entsprechend des Lenkeinschlages des Fahrzeugs richtig zu gewichten. Die Leitplanken sind in 10 der Kurve nur dann ein Hindernis, wenn sie als Hindernis auch in den voraussichtlichen Fahrweg fallen, sprich wenn der Fahrer nicht lenkt oder zu schnell in Kurve fährt.

[0007] Aus der DE 199 21 238 A1 ist ein Sicherheits-Fahrsteuersystem für ein Fahrzeug mit einem Alarm und einem automatischen Bremsystem bekannt. Aus der Relativgeschwindigkeit des Fahrzeugs zum Hindernis und aus dem Abstand des Fahrzeugs zum Hindernis sowie anhand dreier verschiedener Bremsszenarien, einer Normalbremsung, einer Teilbremsung und einer Vollbremsung wird ermittelt, ob 15 der zur Verfügung stehende Abstand des Fahrzeugs zum Hindernis noch für ein Normalbremsung, eine Teilbremsung oder eine Vollbremsung ausreicht. Übersteigt der aktuelle Bremsweg einer Normalbremsung, einer Teilbremsung oder einer Vollbremsung den Abstand zwischen Fahrzeug und 20 Hindernis, wird dem Fahrer jeweils ein die Kolisionsgefahr charakterisierender Alarm angezeigt. Alternativ kann bei Kollisionsgefahr auch eine automatisierte Bremsung eingeleitet werden.

[0008] Der erfindungsgemäße Beitrag gegenüber dem Stand der Technik wird hauptsächlich in zwei Neuerungen gesehen. Bei der ersten Neuerung handelt es sich um die Vernetzung der Systemkomponenten über einen Datenbus. Der Vorteil der hiermit erzielt wird, liegt in den standardisierten Prozeßverkehren. Standardisierte Schnittstellen und 30 standardisierte Prozeßverkehre zwischen den einzelnen Systemkomponenten ermöglichen die Verwendung von ebenfalls standardisierten Sensoren und EDV Programmen, so daß nicht noch einmal das ganze System in allen Einzelheiten neu erfunden werden muß. Dies ist ein entscheidender Unterschied zu den im Stand der Technik erbrachten Vorarbeiten, die von einer Verwendung von Standardisierten Schnittstellen und Prozeßverkehren noch weit entfernt waren.

[0009] Die zweite Neuerung ist die konsequente, unterschiedliche und getrennte Behandlung der Situationserkennung und der Situationsbewertung. Erfindungsgemäß wird die Situationsbewertung auch auf die Bewertung der Hindernisse ausgedehnt. Die Bewertung der Hindernisse ist hierbei naturgemäß von der Situation unabhängig und hat 45 deshalb ihre Entsprechung in einer eigenen Hindernisbibliothek und einer zur Situationserkennung parallelen Hindernisbewertung. Zwar wird auch in der DE 44 07 757 A1 von einer Beurteilung des Gefahrenpotentials eines Hindernisses gesprochen, gemeint ist in der DE 44 07 757 A1 jedoch lediglich eine Situationsbewertung, ob das Hindernis in den prognostizierten Fahrweg fällt oder nicht. Das Hindernis selbst wird nicht bewertet. Durch die nicht durchgeführte Hindernisbewertung selbst ist es mit den Systemen aus dem Stand der Technik auch nicht möglich, eine auf das Hindernis abgestimmte, sinnvolle Auswahl von Sicherheitssystemen zu treffen.

[0010] Erfindungsgemäß Aufgabe ist es daher, ein Notfallsystem anzugeben, mit dem Gefahrensituationen erkannt und bewertet werden können und eine auf die Gefahrensituation abgestimmte, gezielte Auswahl der zu aktivierenden Sicherheitssysteme getroffen werden kann.

[0011] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs. Weitere vor-

teilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen enthalten.

[0012] Die Lösung gelingt durch ein im folgenden beschriebenes, fahrzeugbasiertes, rechnergestütztes Notfallsystem. Über standardisierte Eingabeschmittstellen werden Nutz- und Sensordaten auf Basis eines konventionellen Prozessdatenverkehrs, vorzugsweise in Form eines bidirektionalen Fahrzeubussystems, z. B. eines sogenannten MVB (Multifunction Vehicle Bus) an eine Rechnereinheit weitergegeben und in der Rechnereinheit durch ein komplexes Notfall-Programm verarbeitet und nach erfolgter Verarbeitung und Bewertung ebenfalls an das Fahrzeubussystem angeschlossene Ausgabeeinheiten Steuerdaten zur Aktivierung von Sicherheitssystemen weitergegeben. Das Notfallprogramm ergänzt hierbei eine sensorbasierte Situationserkennung durch eine übergeordnete Situationsbewertung. Bei der Situationsbewertung wird anhand von vordefinierten Entscheidungskriterien aus den Eingangsgrößen der Zeitpunkt für die Aktivierung und die Auswahl der Sicherheitssysteme bestimmt.

[0013] Mit der Erfahrung werden hauptsächlich die folgenden Vorteile erzielt:

Durch das erfundungsgemäße Notfallsystem erhält ein Fahrzeug die Fähigkeit, eigenständig bzw. autonom Gefahrensituationen zu erkennen und zu bewerten. Für detektierte Gefahrensituationen werden Berechnungen zur Unfallprognose durchgeführt, die prädiktiv, auf Basis von Situationsmerkmalen, Auskunft über Schwere und Ausmaß eines drohenden Unfalls geben. Die reproduzierbare und im Vergleich zum Triebfahrzeugführer wesentlich zuverlässigere Informationsaufnahme und -weiterverarbeitung in einem durch das Unfallszenario vorgegebenen, begrenzten Zeitrahmen, liefert einen Beitrag zur Unfallvermeidung oder, wenn der Unfall nicht mehr zu vermeiden ist, einen Beitrag zur Unfallfolgenminderung.

[0014] Die rechnergestützte Bewertung und Aktivierung der fahrzeuggestützten Sicherheitssysteme erfolgt hierbei schneller als bei personengebundenen Entscheidungsabläufen und manueller Betätigung der Sicherheitssysteme durch den Fahrzeugführer. Das Rechnergestützte Notfallsystem hat keine Schrecksekunde zu überwinden und die Sensorsysteme sind der menschlichen Wahrnehmung zum Teil überlegen. Zum Beispiel ist die Radarabtastung des Verkehrsraums auch dann noch zuverlässig möglich, wenn das menschliche Auge infolge Lichtmangels nichts mehr sieht.

[0015] Das Notfallsystem ist prädiktiv. Durch Auswertung von in Form digitaler Streckenkarten verfügbarer Streckendaten kann in vorausschauender Weise die Fahrzeuggeschwindigkeit an die vorausliegende Fahrstrecke angeglichen werden, oder zumindest Warnungen an den Fahrzeugführer gegeben werden, daß die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit über der erlaubten Höchstgeschwindigkeit liegt. Dies ist insbesondere für Schienenfahrzeuge von Vorteil, da für Schienenfahrzeuge in der Regel ein vorgegebene Fahrprofil existiert, das die Eigenschaften der Streckenbeschaffenheit und die Eigenschaften der Schienenfahrzeuge berücksichtigt und das Vorschriften zur erlaubten Höchstgeschwindigkeit und Markierungen für das Einleiten von Betriebsbremsungen enthält. Das Einhalten des vorgegebenen Fahrprofils kann mit dem Notfallsystem überwacht werden und bei schwerwiegenden Abweichungen vom vorgesehenen Fahrprofil können durch das Notfallsystem Betriebsbremsungen oder Gefahrenbremsungen eingeleitet werden.

[0016] Durch die Situationsbewertung können gezielt die der Gefahrensituation angepaßten Sicherheitssysteme ausgewählt werden. Es müssen unter Umständen nicht alle Sicherheitssysteme aktiviert werden. Zum Beispiel könnte in

Schienenfahrzeugen bei geringfügiger Gefährdung der Fahrgäste das irreversible Aktivieren von Rückhaltesystemen in Form von Rückhaltenetzen in den Wagenabteilen unterbleiben.

- 5 [0017] Durch die vorausschauende Erkennung einer Gefahrensituation kann mit dem Notfallsystem eine Warnung an die Fahrgäste erfolgen. Insbesondere bei einem Schienenfahrzeug, das über einen sehr langen Anhalteweg verfügt und bei dem eine Kollision mit einem Hindernis unter Umständen schon 20 Sekunden vor der eigentlichen, unvermeidlichen Kollision erkannt wird, kann die verbleibende Zeit bis zur Kollision genutzt werden, um mit dem Notfallsystem die Fahrgäste zu warnen, damit die Fahrgäste z. B. noch Zeit haben, die Durchgangswege zu verlassen und einen Sitzplatz einzunehmen.
- 10 [0018] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand von Zeichnungen dargestellt und näher erläutert. Es zeigen:
 - [0019] Fig. 1 Komponenten, Struktur und Datenkommunikation eines erfundungsgemäßen Notfallsystems,
 - [0020] Fig. 2 ein mit dem erfundungsgemäßen Notfallsystem simuliertes Fahrprofil mit zwei unterschiedlichen Notfallsituationen,
 - [0021] Fig. 3 eine graphische Darstellung einer mit dem Notfallsystem durchgeföhrten Beispielrechnung zur Unfallvermeidung in einer ersten simulierten Notfallsituation,
 - [0022] Fig. 4 eine graphische Darstellung einer mit dem Notfallsystem simulierten Bremsung in der ersten Notfallsituation,
 - 15 [0023] Fig. 5 eine graphische Darstellung für das Umschalten zwischen Betriebsbremsung und Gefahrenbremsung in der ersten Notfallsituation,
 - [0024] Fig. 6 eine graphische Darstellung einer mit dem Notfallsystem durchgeföhrten Beispielrechnung in einer zweiten Notfallsituation mit Kollision,
 - [0025] Fig. 7 eine graphische Darstellung einer mit dem Notfallsystem simulierten Bremsung in der zweiten Notfallsituation,
 - [0026] Fig. 8 eine graphische Darstellung für das Umschalten zwischen Betriebsbremsung und Gefahrenbremsung in der zweiten Notfallsituation.
- 20 [0027] Fig. 1 zeigt den grundlegenden Aufbau und die relevanten Teilsysteme des erfundungsgemäßen Notfallsystems. Die Gesamtfunktionalität des Notfallsystems ist als modulares EDV-Programm in einer Recheneinheit enthalten. Über standardisierte Ein-/Ausgabeschmittstellen werden Nutzdaten und Steuerdaten auf Basis konventioneller Prozessdatenverkehre, vorzugsweise in Form eines bidirektionalen Fahrzeubussystems, z. B. MVB (Multifunction Vehicle Bus), von einer Eingabeeinheit eingelesen und nach erfolgter Verarbeitung in der Rechnereinheit Steuerbefehle an eine Ausgabeeinheit weitergegeben.

Eigenschaften und Arbeitsweise der Eingabeeinheit

- 25 [0028] Die Eingabeeinheit besteht aus einer Speichereinheit und einem Sensorblock. Zentrale Aufgabe der Eingabeeinheit ist es, die in der Rechnereinheit erforderlichen Daten zur Situationserkennung und Situationsbewertung zu generieren, vorzuverarbeiten und der Rechnereinheit zur Verfügung zu stellen. In der Speichereinheit sind statische Daten in Form von Fahrzeugdaten, Streckendaten und einer Hindernisbibliothek abgespeichert. Diese werden während einer Unfallsituation nicht geändert. Über den Verlauf eines Fahrprofils können, initiiert durch ein Verkehrsleit- und Sicherungssystem, gezielt Inhalte der Speichereinheit aktualisiert und angepaßt werden. Derartige Leit- und Sicherungssysteme sind im Bahnbereich flächendeckend etabliert, im

Straßenbereich kommen sie in Ballungszentren zunehmend ebenfalls zum Einsatz.

[0029] Die Systemkomponente Fahrzeugdaten enthält fahrdynamische Kennwerte des spezifischen mit dem Notfallsystem ausgerüsteten Fahrzeugs. Zu den Kennwerten zählen insbesondere die Maximalgeschwindigkeit und das Verzögerungsvermögen des betreffenden Fahrzeugtyps.

[0030] In der Systemkomponente Streckendaten ist der Streckenverlauf, in Form eines digitalisierten Streckenatlasses abgespeichert. Dieser Atlas entält insbesondere Angaben zur Streckenkilometrierung, Positionen von Kreuzungsstellen und Bahnübergängen.

[0031] In der Systemkomponente Hindernisbibliothek sind charakteristische Daten zu typischen im Verkehrsgeschehen auftretenden Hindernissen abgelegt. Diese charakteristischen Daten unterstützen die Hinderniserkennungssensorik in der maschinellen Einordnung der detektierten Hindernisse und damit in der maschinellen Erkennung der Hindernisse, z. B. mit den Mitteln der optischen Mustererkennung. Die Hindernisbibliothek enthält darüber hinaus Angaben zu den geschätzten Massen der abgespeicherten Objekte, zu deren Abmessungen und zu deren geschätztem Schwerpunkt.

[0032] Der Sensorblock enthält eine Positions- und Geschwindigkeits sowie eine Hinderniserkennungssensorik. Jede dieser Systemkomponenten aktualisiert die ermittelten Sensordaten im Takt des Fahrzeugbussystems und stellt in diesem Sinne quasi-kontinuierliche Daten über die aktuellen Bewegungsgrößen des Fahrzeugs und den aktuellen Zustand des Verkehrsraums zur Verfügung.

[0033] Die Positions- und Geschwindigkeitssensorik ist für die Ermittlung der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit und Fahrzeugposition vorgesehen. Die Verfahren zur Geschwindigkeits- und Positionsermittlung von Schienenfahrzeugen sind vielfältig und basieren sowohl auf strecken- als auch auf fahrzeugbasierter Technik. Die Art der Messdatengewinnung ist von sekundärer Bedeutung.

[0034] Für die fahrzeugautonome Erkennung von Hindernissen in der Umgebung des Fahrzeugs wird eine Hinderniserkennungssensorik eingesetzt. Im Straßenverkehr werden bereits fahrzeugbasierte Systeme zur Streckenvorschau eingesetzt. Ein Beispiel eines solches System ist der Abstandsregel-Tempomat Distronic von der DaimlerChrysler AG. Solche Systeme kontrollieren den Abstand zu vorausfahrenden Fahrzeugen und verzögern oder beschleunigen selbsttätig bei einer Distanzverringerung oder Distanzerhöhung des eigenen Fahrzeuges relativ zum vorausfahrenden Fahrzeug. Für die Erfahrung wird die Hinderniserkennung durch zusätzliche radar- oder videobasierte Systeme zur Mustererkennung ergänzt. Videosysteme zum selbsttätigen Erkennen der Verkehrsraumsituation werden ebenfalls von der DaimlerChrysler AG in Versuchsfahrzeugen getestet. Wichtig ist die Qualität und die Anzahl der Hindernisbeschreibungsmerkmale wie Entfernung zum Fahrzeug, Relativgeschwindigkeit zum Fahrzeug, Hindernisgröße, die die Hinderniserkennungssensorik an die Rechnereinheit zur Verfügung stellt. Die derzeit besten Ergebnisse liefert eine Kombination von Radar- und Videobildsensorik, die die Erkennung und erste Bewertung von Hindernissen in bis zu 300 Meter Entfernung ermöglicht.

Eigenschaften und Arbeitsweise der Recheneinheit

[0035] Die Recheneinheit enthält die Module Situationserkennung, Situationsbewertung, Steuerlogik und Ablaufsteuerung. In der Ablaufsteuerung sind die Funktionen des Betriebssystems zusammengefaßt. Die Ablaufsteuerung verwaltet die Kommunikationsdienste und koordiniert den In-

formationsfluß innerhalb der Recheneinheit. Wichtig ist ein eindeutiger Datenfluß von der Situationserkennung zur Situationsbewertung und schließlich zur Steuerlogik. Die Steuerlogik überträgt schließlich die aus der Situationsbewertung gewonnenen Steuerdaten auf den Fahrzeugbus, so daß die Steuerdaten der Ausgabeeinheit und ihren Komponenten zur Verfügung stehen.

[0036] Entsprechend dem in Fig. 1 dargestellten Informationsfluß werden die Nutzdaten von den Komponenten der Eingabeeinheit über den Fahrzeugbus der Situationserkennung zugeführt. In der ersten Bearbeitungsstufe der Situationserkennung werden die Nutzdaten signaltechnisch aufbereitet. Hierzu werden insbesondere die Methoden zur Signalfilterung, zur Signalnormierung und zur Signalmittelwertbildung angewandt. Aus den normierten und aufbereiteten Nutzdaten werden in der Situationserkennung weitere sekundäre, abgeleitete Größen gewonnen. Aus Position und Geschwindigkeit des Fahrzeuges wird über deren zeitlichen Verlauf die Beschleunigung des Fahrzeugs und dessen aktueller Anhalteweg bestimmt. Aus der Entfernungsmeßung der Hindernissensorik wird der aktuelle Abstand des Fahrzeugs zum Hindernis und daraus die benötigte Bremsverzögerung bestimmt, um vor dem Hindernis zum Stehen zu kommen. Weiterhin wird aus dem aktuellen Abstand zum Hindernis, der aktuellen Beschleunigung bzw. Verzögerung des Fahrzeugs und dessen aktueller Geschwindigkeit die voraussichtliche relative Kollisionsgeschwindigkeit mit dem Hindernis bestimmt.

[0037] In dem Modul Situationsbewertung wird aus den aufbereiteten Nutzdaten und aus den daraus abgeleiteten Daten sowie aus den Daten der Hinderniserkennung und der Hindernisbibliothek eine Unfall-Prognose gewonnen. Die Unfall-Prognose enthält verschiedene Bewertungsstufen zur Gefahrensituation. Jeder Bewertungsstufe sind Handlungsmaßnahmen zugeordnet. Die Situationsbewertung wählt aus den Bewertungsstufen der Unfallprognose eine aktuell zweckmäßige Bewertungsstufe aus und leitet die Handlungsmaßnahmen der ausgewählten Bewertungsstufe an die Steuerlogik weiter, die aus den Handlungsmaßnahmen Steuerdaten für die angeschlossenen Komponenten der Ausgabeeinheit erzeugt.

[0038] Zwei Beispiele für die Arbeitsweise der Situationsbewertung werden im Zusammenhang mit den Fig. 2 bis 8 näher erläutert. Wichtigstes Bewertungskriterium und damit auch wichtigstes Auswahlkriterium für die Handlungsmaßnahmen entsprechend der Unfall-Prognose ist der Vergleich des prognostizierten Minimalen Anhalteweges des Fahrzeuges mit dem ermittelten Restweg zum Hindernis. Besteht die Gefahr, daß der Anhalteweg den Restweg übersteigt und ergibt eine Bewertung des erkannten Hindernisses, daß eine Gefahr für das Fahrzeug und dessen Insassen von dem Hindernis ausgeht, dann wird eine Gefahrenbremsung eingeleitet.

[0039] Ist bei Erkennung eines Hindernisses zunächst noch genügend Abstand zum Hindernis vorhanden, so daß der Restweg den voraussichtlichen Anhalteweg deutlich übersteigt, kann zunächst mit einer Verringerung der Geschwindigkeit mittels normaler Betriebsbremsung vorbeugend gehandelt werden. Durch laufende Verfolgung der weiteren Situationserkennung kann sich die Situationsbewertung ändern und eine andere Bewertungsstufe der Unfallprognose mit anderen Handlungsmaßnahmen für die Steuerlogik ausgewählt werden. Zum Beispiel kann sich das Hindernis wieder aus dem Fahrweg entfernen, so daß keine Gefahr mehr besteht. Oder das Hindernis wird bei Annäherung des Fahrzeugs als deutlich gefährlicher erkannt als ursprünglich eingestuft, weil sich z. B. das Hindernis nun auf das Fahrzeug aktiv zubewegt, so daß eine Kollision plötz-

lich viel wahrscheinlicher wird und nun stärker verzögert werden muß.

[0040] Die Steuerlogik innerhalb der Recheneinheit fungiert als Bindeglied zwischen der Situationsbewertung und den Komponenten der Ausgabeeinheit. Die Steuerlogik übermittelt über den Fahrzeugbus die für die Komponenten der Ausgabeeinheit entsprechend der Unfall-Prognose vorgesehenen Steuerdaten. Weiterhin überwacht die Steuerlogik die Kommunikation mit den Komponenten der Ausgabeeinheit und überwacht die Ausführung der mit den Steuerdaten eingeleiteten Handlungsmaßnahmen der einzelnen Komponenten der Ausgabeeinheit.

Eigenschaften und Arbeitsweise der Ausgabeeinheit

[0041] Die Ausgabeeinheit besteht insbesondere aus den Komponenten Antriebs- und Bremsystem, Warnsystem, Aktivierbare Energieverzehrelemente, aktivierbare Insassenschutzsysteme. Weitere Komponenten wie z. B. ein automatisches Notrufsystem sind denkbar.

[0042] Im Antriebs- und Bremsystem werden die Beschleunigungs- und Bremsbefehle der Steuerlogik von angesteuerten Aktoren ausgeführt.

[0043] Durch das Warnsystem werden die beteiligten Prozeßpartner, wie Fahrzeugführer, Passagiere, potentielle Kollisionspartner sowie die Umgebung situations- und teilnehmerbezogen informiert. Beispielsweise kann der potentielle Kollisionspartner durch Sirenen oder Lichtsignale gewarnt werden. Bei Schienenfahrzeugen ist es auch denkbar im Falle einer Kollisionsgefahr den entgegenkommenden Zug über das Leitsystem von der Kollisionsgefahr zu informieren und gegebenenfalls eine Bremsung beider Kollisionspartner einzuleiten.

[0044] Hauptfunktion der aktivierbaren Energieverzehrelemente ist der gezielte und geordnete Abbau von Stoßenergien in Folge einer Kollision. Die Aktivierung dieser Deformationselemente ist von deren Aktivierungsdauer, deren Wirkungsbereich und den Steuerdaten aus der Unfallprognose abhängig.

[0045] Aktivierbare Insassenschutzsysteme sollen verhindern, daß Passagiere durch massive Bremsungen oder durch Kollision mit einem Hindernis zu Schaden kommen. Im Bereich des Kraftfahrzeugs sind diese Schutzsysteme z. B. Airbags, Gurstraffer, Gurtkraftbegrenzer oder Trennschalter für das Batteriehauptkabel. Bei Schienenfahrzeugen denkt man an Rückhaltesysteme für Gepäckstücke und für Personen, z. B. in Form von auslösbarer Fangnetzen.

[0046] Zur Erläuterung der Funktionsweise des Notfallsystems wird im folgenden Bezug genommen auf die Fig. 2 bis 8. Die Fig. 2 bis 8 enthalten simulierte Berechnungen, die mit dem Simulationsprogramm Matlab/Simulink für ein Zugmodell durchgeführt wurden. Dies bedeutet keine Beschränkung des Notfallsystems auf Schienenfahrzeuge. Die gleichen physikalischen Zusammenhänge gelten auch für Kraftfahrzeuge, so daß das Notfallsystem grundsätzlich auch für Kraftfahrzeuge geeignet ist.

[0047] In Fig. 2 sind exemplarisch über der Zeit das aus den Streckendaten gewonnene erlaubte Fahrprofil und das tatsächliche (simulierte) Fahrprofil aufgetragen. Man erkennt eine vorgesehene reguläre Haltestelle und eine erste Notfallsituation mit außerplanmäßiger Nothalt sowie eine zweite Notfallsituation, die mit einer Kollision endet. Die erste Notfallsituation wird zum Zeitpunkt T_{N1} vom Notfallsystem erkannt. Die zweite Notfallsituation wird zum Zeitpunkt T_{N2} vom Notfallsystem erkannt. Die Arbeitsweise des Notfallsystems in der ersten Notfallsituation wird im folgenden in den Fig. 3 bis 5 näher erläutert. Die Arbeitsweise des Notfallsystems in der zweiten Notfallsituation wird in den

Fig. 6 bis 8 behandelt.

[0048] Sobald die Hindernissensorik ein Hindernis auf der vorausliegenden Strecke erkannt hat, wird das Notfallsystem zum Zeitpunkt T_{N1} eingeschaltet. Daraufhin beginnt das System mit der laufenden Messung des verbleibenden Restwegs zwischen Fahrzeug und Hindernis. Aus dem Restweg s , der aktuellen relativen Fahrzeuggeschwindigkeit v_{rel} und der aktuellen tatsächlichen Bremsverzögerung α wird laufend eine voraussichtliche Kollisionsgeschwindigkeit v_{koll} geschätzt, die im einfachsten Fall aus den Bewegungsgleichungen gemäß

$$v_{koll} = V_{rel} - (\alpha \cdot \sqrt{\frac{2s}{\alpha}})$$

berechnet werden kann.

[0049] Zeitlich parallel wird in der Recheneinheit aus dem aktuell verbleibenden Restweg und der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit v_{rel} relativ zum Hindernis, die Bremsverzögerung α_{min} berechnet, die benötigt wird, um das Fahrzeug noch vor dem Hindernis zum Stehen zu bringen. Im einfachsten Fall ergibt sich für α_{min}

$$\alpha_{min} = \frac{v_{rel}^2}{2s}$$

[0050] Der Vergleich der tatsächlichen Bremsverzögerung und der benötigten Bremsverzögerung ist in dem Diagramm der Fig. 4 aufgetragen. Trotz der Hinderniserkennung zum Zeitpunkt T_{N1} wird von dem Notfallsystem noch keine Gefahrenbremsung eingeleitet. Zunächst wird vielmehr mit einer Betriebsbremsung die Fahrzeuggeschwindigkeit verringert und die Gefahrensituation mit dem Sensorblock und der Speicherinheit, sowie deren Komponenten, weiterhin beobachtet und bewertet. Solange das Fahrzeug auf dem verbleibenden Restweg sicher zum Stehen kommen kann, besteht zunächst kein Anlaß eine Gefahrenbremsung einzuleiten. Erst wenn die mindest benötigte Verzögerung α_{min} einen Grenzwert α_G überschreitet, wird in dem gewählten Situationsbeispiel zum Zeitpunkt T_{G1} eine Gefahrenbremsung eingeleitet. Sobald die tatsächliche gemessene Bremsverzögerung die benötigte Bremsverzögerung überschreitet erkennt das Notfallsystem, daß eine Kollision nicht mehr bevorsteht. Die Aktivierung der Warnsysteme, der Energieverzehrelemente und der Insassenschutzsysteme durch das Notfallsystem unterbleibt in der ersten simulierten Notfallsituation. Das Schienenfahrzeug kommt zu dem in Fig. 2 simulierten Nothalt ohne Kollision. In Fig. 5 ist nochmals zur Verdeutlichung das Umschalten von der Betriebsbremsung, beginnend am Zeitpunkt T_{N1} , auf eine Gefahrenbremsung, beginnend zum Zeitpunkt T_{G1} protokolliert.

[0051] Ein Unfallszenario mit Kollision ist in der zweiten Notfallsituation ab dem Zeitpunkt T_{N2} in den Fig. 6 bis 8 simuliert und graphisch dargestellt. Wie im Zusammenhang mit den Fig. 3 bis 5 bereits beschrieben wird auch bei diesem Unfallszenario der Restweg zum Hindernis laufend gemessen und eine voraussichtliche relative Kollisionsgeschwindigkeit mit dem Hindernis geschätzt (Fig. 6). In Fig. 7 ist der Vergleich der benötigten Verzögerung mit der gemessenen Bremsverzögerung graphisch dargestellt. Bei dem Unfallszenario der Fig. 7 wird zur Zeit T_{N2} vom Notfallsystem eine Gefahrensituation erkannt. Das System leitet zunächst jedoch keine Maßnahmen ein, weil in der Situationsbewertung das Hindernis zunächst als zu unbedeutend klassifiziert wurde. Bei weiterer Annäherung an das Hindernis ändert sich die Situationsbewertung und es wird eine Betriebsbremsung zum Zeitpunkt T_{B2} eingeleitet. Zeitlich parallel wird laufend die benötigte Bremsverzögerung aus den

Sensordaten und den Fahrzeugdaten berechnet. Die benötigte Bremsverzögerung steigt trotz Betriebsbremsung weiter an. In dem Unfallszenario der zweiten Notfallsituation wurde die für Schienenfahrzeuge je nach Witterungsbedingungen maximal mögliche Bremsverzögerung von $\alpha_{GR} = 2,7\text{--}3 \text{ m/s}^2$ als Grenzkriterium für die Einleitung einer Gefahrenbremsung gewählt. Dieser kritische Grenzwert wird zum Zeitpunkt T_{G2} erreicht und überschritten. Sobald die benötigte Bremsverzögerung die aus den Fahrzeugdaten bekannte maximal mögliche Bremsverzögerung überschreitet steht für das Notfallsystem fest, daß eine bevorstehende Kollision mit dem detektierten Hindernis nicht mehr zu vermeiden ist. Der verbleibende Restweg bis zum Hindernis und damit die verbleibende Restzeit bis zur Kollision wird von dem Notfallsystem genutzt, um die passiven Sicherungssysteme, wie Warnsystem, aktivierbare Energieverzehrelemente und Insassenschutzsysteme in Betrieb zu setzen. Die zweckmäßige Auswahl der passiven Sicherungssysteme hängt hierbei von der Situationsbewertung ab. Entsprechend der Art (entgegenkommender Zug, Baumstamm, u. s. w.) des detektierten Hindernisses und seiner von der Situationsbewertung mit Hilfe der Hindernisdatenbank geschätzten Masse, erfolgt die Auswahl der zu aktivierenden Sicherheitselemente, abgestuft im Verhältnis zu der Größe des Hindernisses und seiner voraussichtlichen Masse. Die aktivierbaren Energieverzehrelemente und Insassenschutzsysteme werden nur dann aktiviert, wenn die Situationsbewertung ergeben hat, daß von dem Hindernis eine Gefahr der massiven Schädigung für das Fahrzeug und eine Verletzungsgefahr für die Insassen ausgeht.

[0052] Ein anderes Bewertungskriterium für die Gefährlichkeit des detektierten Hindernisses ist die geschätzte Kollisionsgeschwindigkeit v_{Koll} . Je höher die geschätzte Kollisionsgeschwindigkeit desto größer wird der zu erwartende Schaden sein. Da in die geschätzte Kollisionsgeschwindigkeit auch die Geschwindigkeit eingeht, mit dem sich ein potentieller Kollisionspartner auf das Fahrzeug zubewegt, können mit dem Entscheidungskriterium der geschätzten Kollisionsgeschwindigkeit, die Sicherheitssysteme auch dann ausgelöst werden, wenn sich das mit dem Notfallsystem ausgerüstete Fahrzeug in Ruhe befindet. Hierdurch können Insassen auch gegen Aufprallunfälle in einem stehenden Fahrzeug abgesichert werden.

Patentansprüche

45

1. Fahrzeugbasiertes Notfall-System für die Fahrzeug autonome Unfalldiagnose, bei dem über standardisierte Schnittstellen Nutzdaten und Sensordaten aus mehreren Komponenten einer Eingabeeinheit auf der Basis eines Prozessdatenverkehrs an eine Rechnereinheit weitergegeben werden und in der Rechnereinheit die Nutzdaten und die Sensordaten durch ein modulares EDV-Programm zu Steuerdaten für mehrere Komponenten einer Ausgabeeinheit verarbeitet werden, bei dem die Sensordaten Informationen zur Positionsbestimmung, zur Geschwindigkeit, zur Beschleunigung und zur Hinderniserkennung enthalten, bei dem die Nutzdaten Informationen zum Fahrzeug, zur Fahrstrecke und zu möglichen Hindernissen enthalten, wobei, in einem ersten EDV-Programm Modul zur Situationserkennung die Sensordaten ausgewertet werden und in einem zweiten EDV-Programm Modul zur Situationsbewertung die Daten aus der Situationserkennung mit Hilfe der Nutzdaten bewertet werden und an Hand von

vordefinierten Entscheidungskriterien Steuerbefehle über den Zeitpunkt der Aktivierung und die Auswahl von Sicherheitssystemen an eine Steuerlogik weitergeleitet werden

und von der Steuerlogik Steuerdaten auf den Fahrzeugbus zur Aktivierung der angeschlossenen und ausgewählten Sicherheitssysteme gegeben werden.

2. Notfallsystem nach Anspruch 1, bei dem die Sicherheitssysteme aus einem Antriebs- und Bremssystem oder einem Warnsystem oder aus aktivierbaren Energieverzehrelementen oder aus aktivierbaren Insassenschutzsystemen bestehen.

3. Notfallsystem nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Sensoren zur Hinderniserkennung aus radar- und videobasierten Systemen bestehen.

4. Notfallsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem aus den Sensordaten der Restweg vom Fahrzeug bis zum Hindernis bestimmt wird.

5. Notfallsystem nach Anspruch 4, bei dem aus dem Restweg eine mindest benötigte Bremsverzögerung (α_{min}) bestimmt wird, mit der das Fahrzeug vor dem Hindernis zum Stehen kommt.

6. Notfallsystem nach Anspruch 5, bei dem ein Entscheidungskriterium aus einem Grenzwert für die mindest benötigte Bremsverzögerung (α_{GR}) besteht.

7. Notfallsystem nach Anspruch 6, bei dem von der Situationsbewertung eine Gefahrenbremsung eingeleitet wird, wenn die mindest benötigte Bremsverzögerung den festgelegten Grenzwert für diese Bremsverzögerung (α_{GR}) überschreitet.

8. Notfallsystem nach Anspruch 5, bei dem von der Situationsbewertung eine Gefahrenbremsung eingeleitet wird, wenn die mindest benötigte Bremsverzögerung (α_{min}) die aus den Nutzdaten der Informationen zum Fahrzeug bekannte maximal mögliche Bremsverzögerung des Fahrzeugs erreicht.

9. Notfallsystem nach Anspruch 7 oder 8, bei dem von der Situationsbewertung in Abhängigkeit der geschätzten Masse des detektierten Hindernisses weitere Sicherheitssysteme aktiviert werden.

10. Notfallsystem nach Anspruch 7 oder 8, bei dem von der Situationsbewertung in Abhängigkeit der geschätzten Kollisionsgeschwindigkeit (v_{Koll}) weitere Sicherheitssysteme ausgelöst werden.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

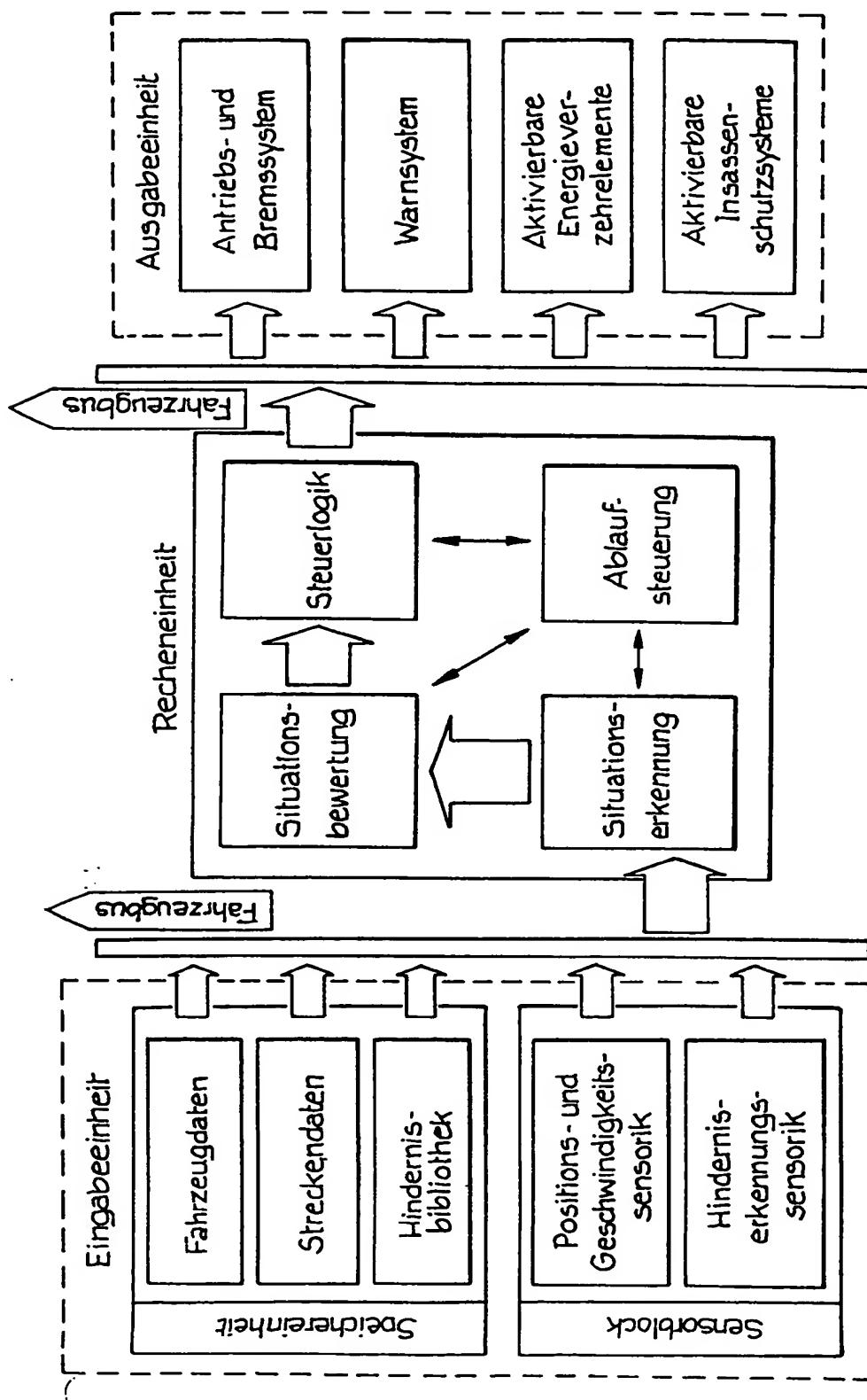


FIG. 1

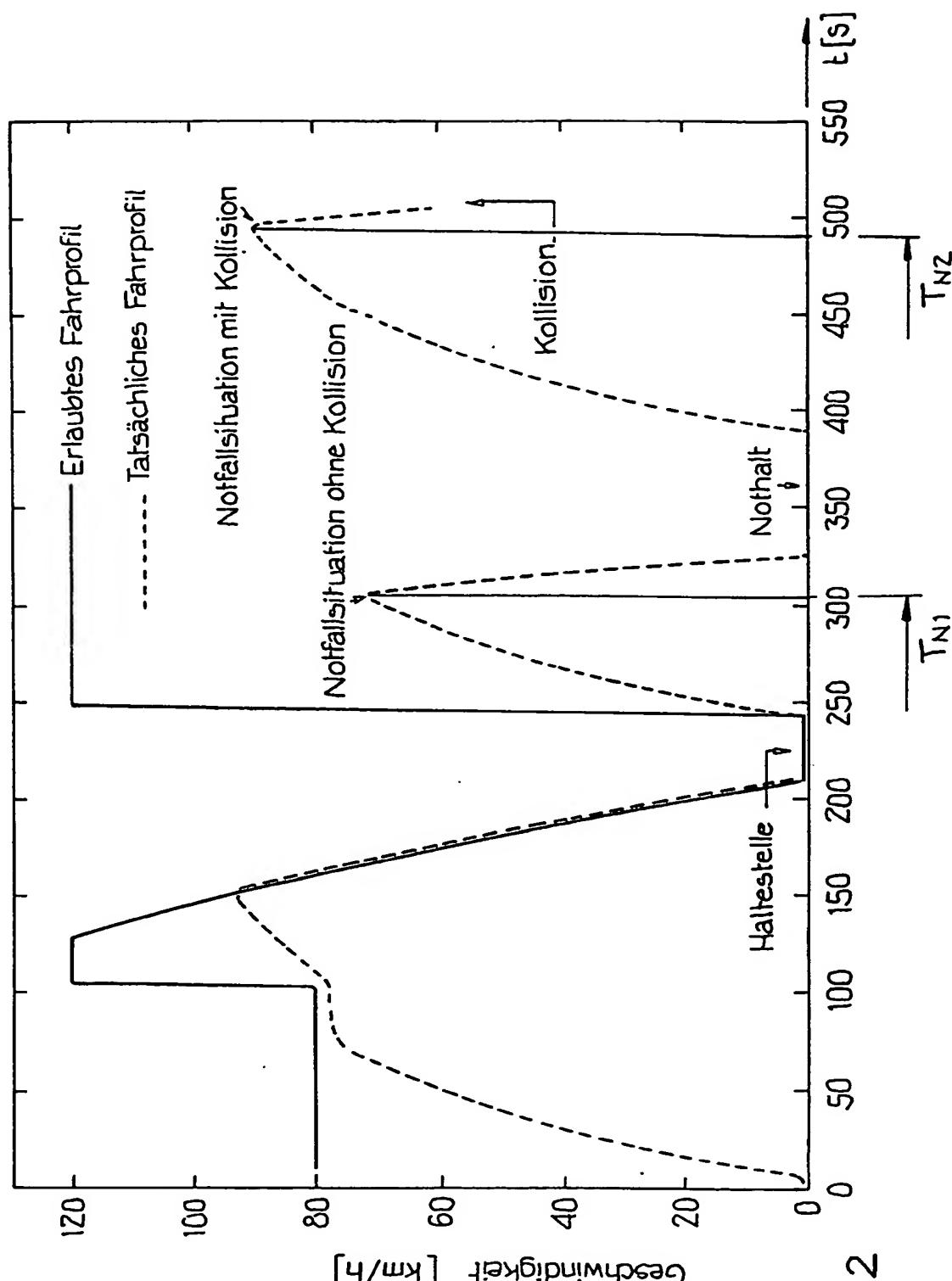
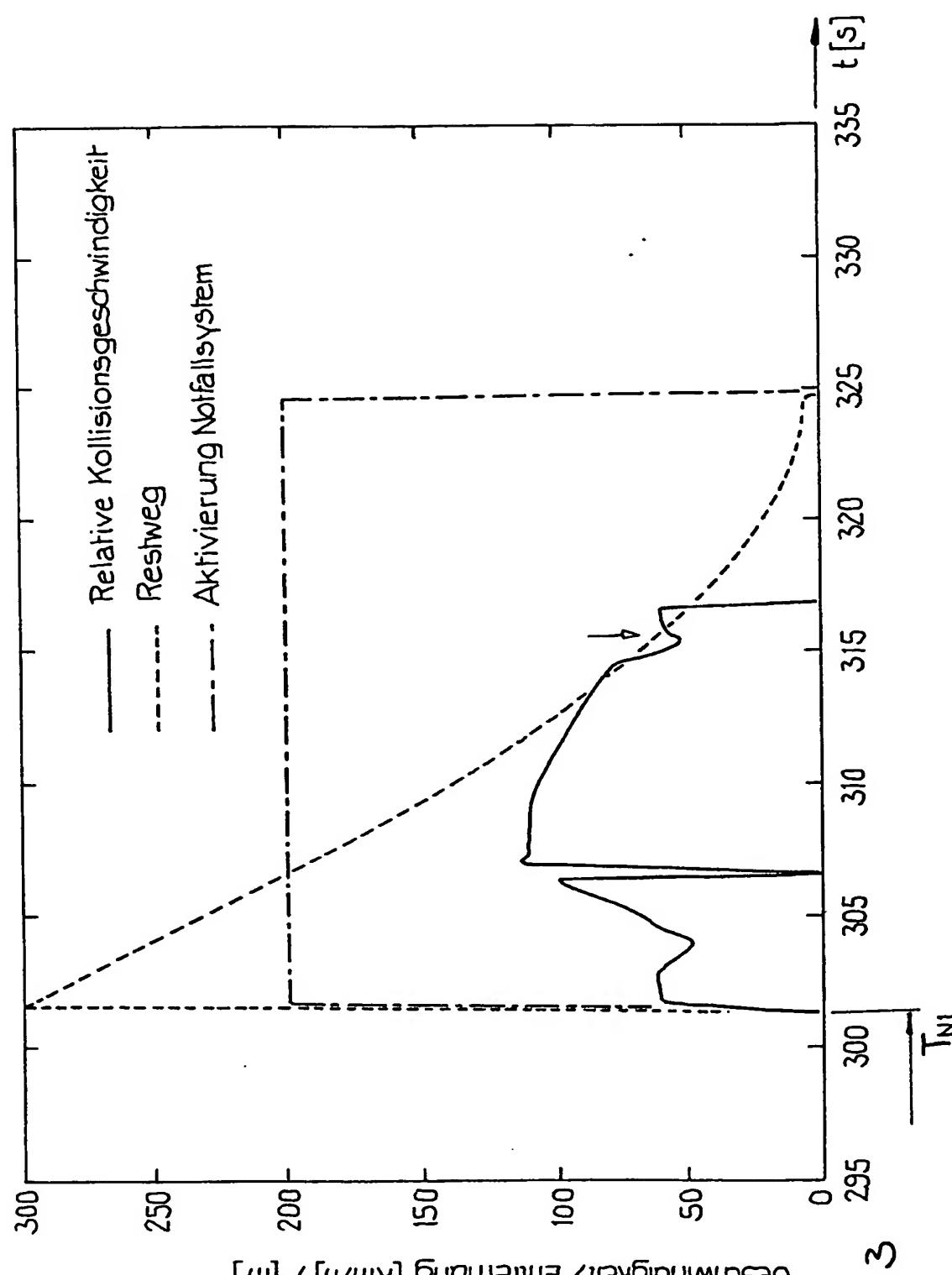


FIG. 2



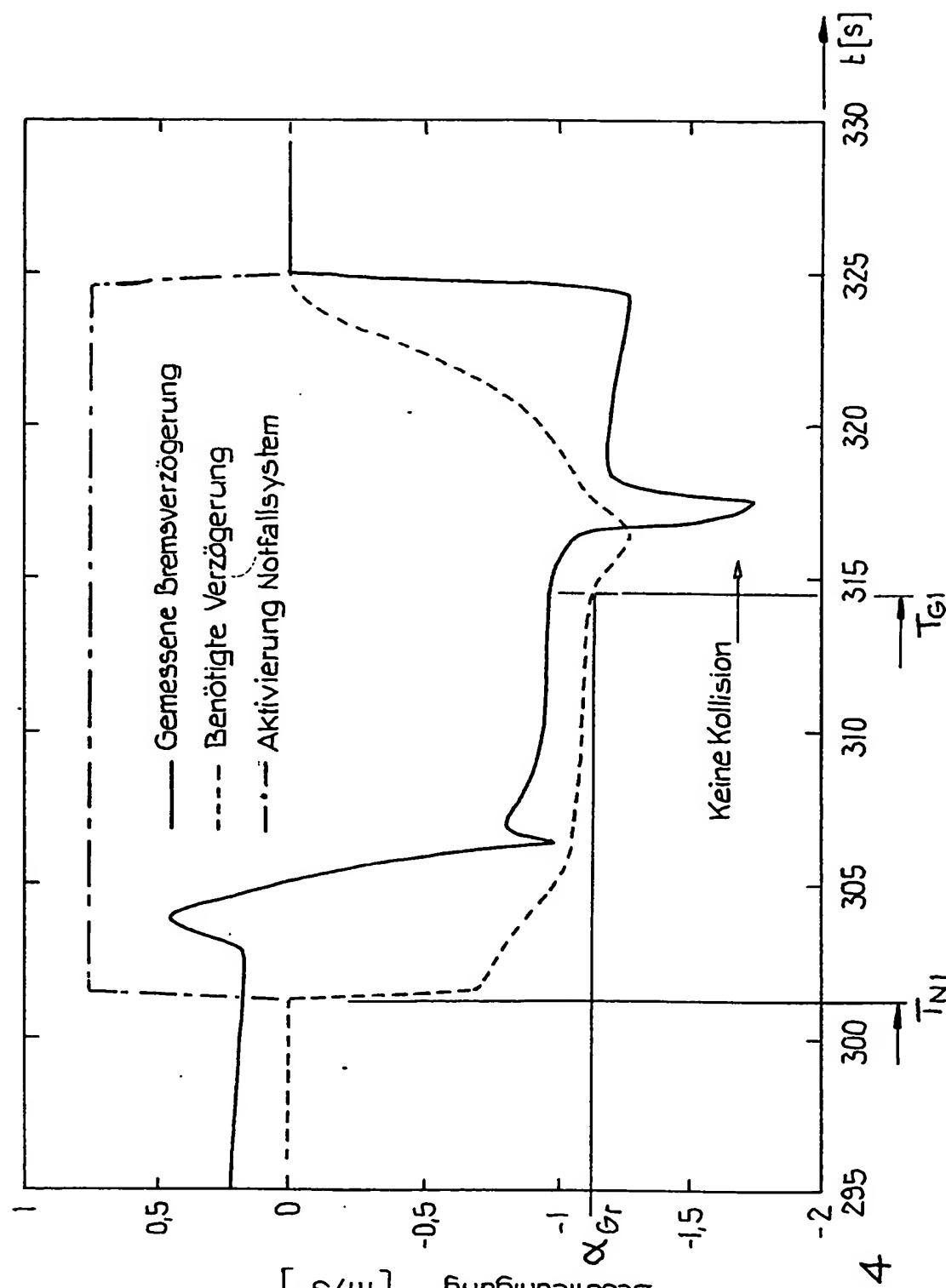
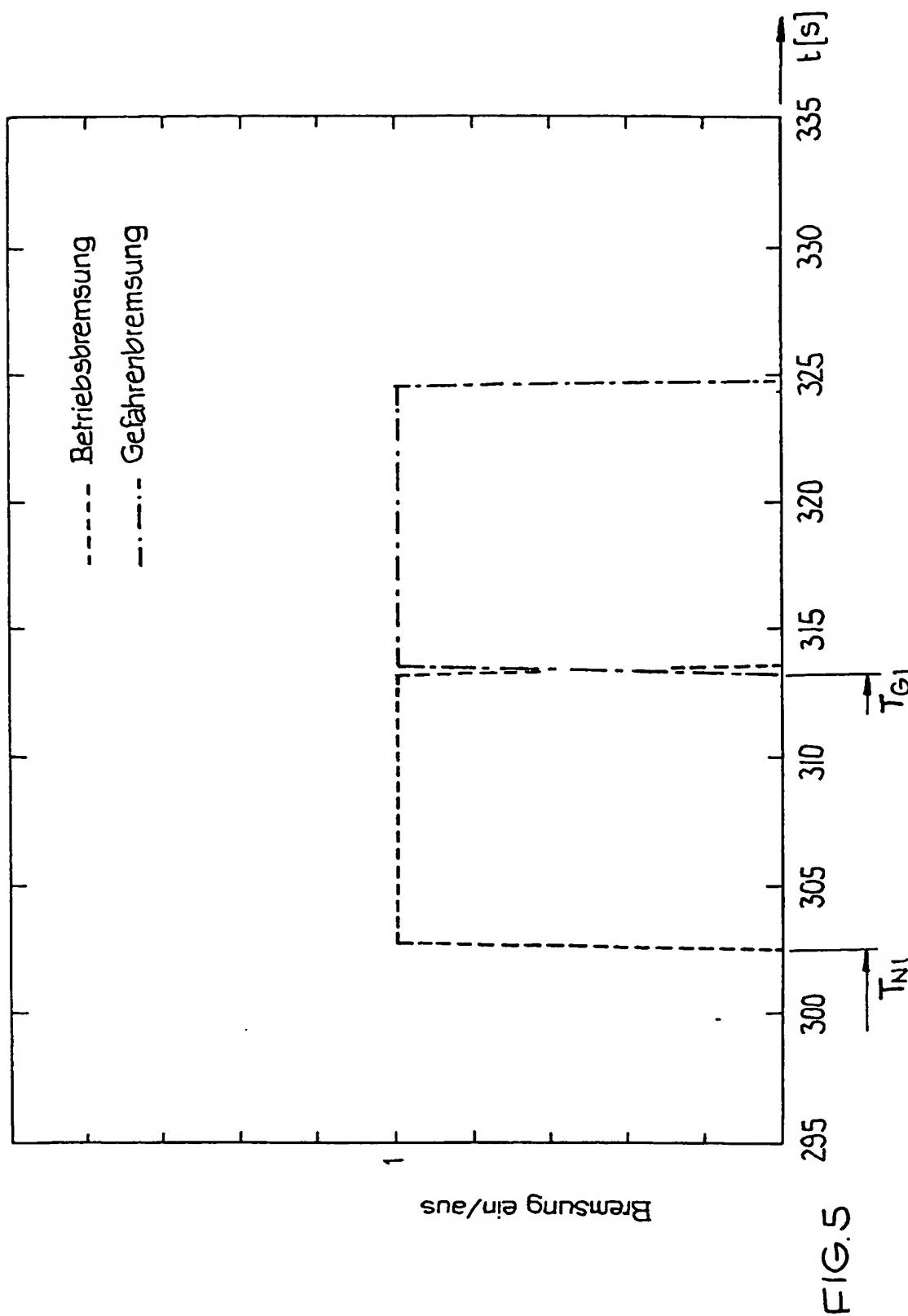


FIG. 4



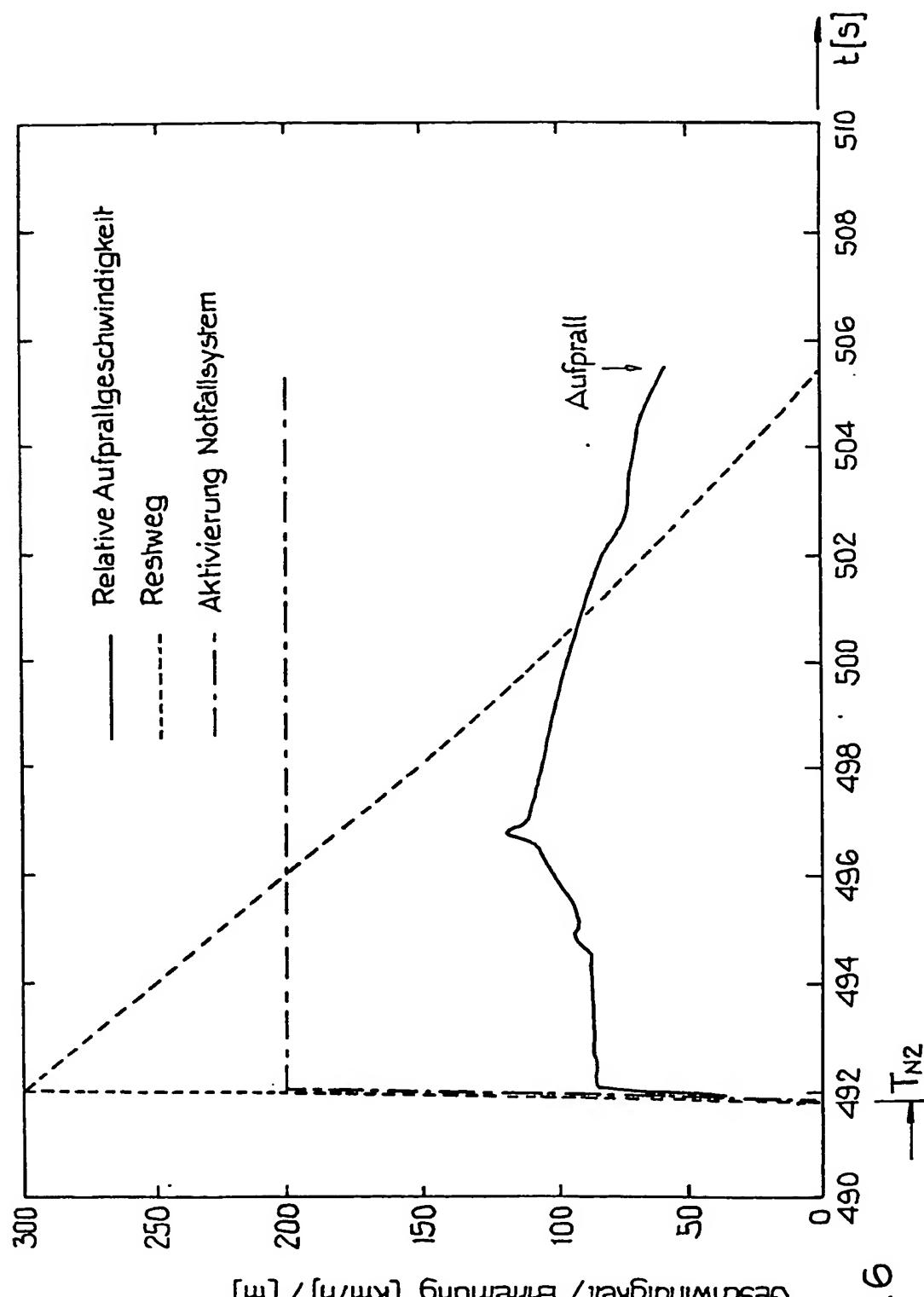


FIG. 6

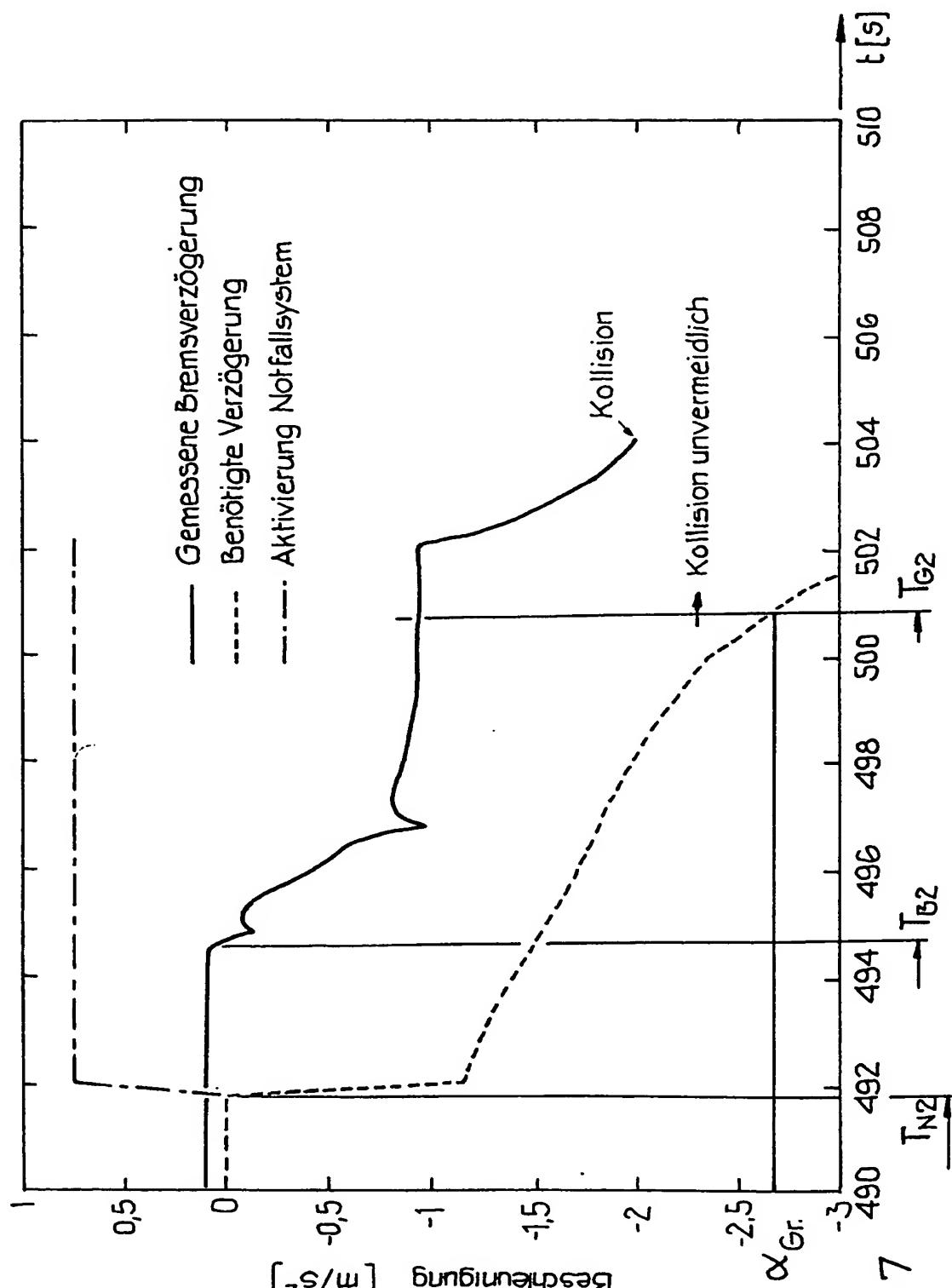


FIG. 7

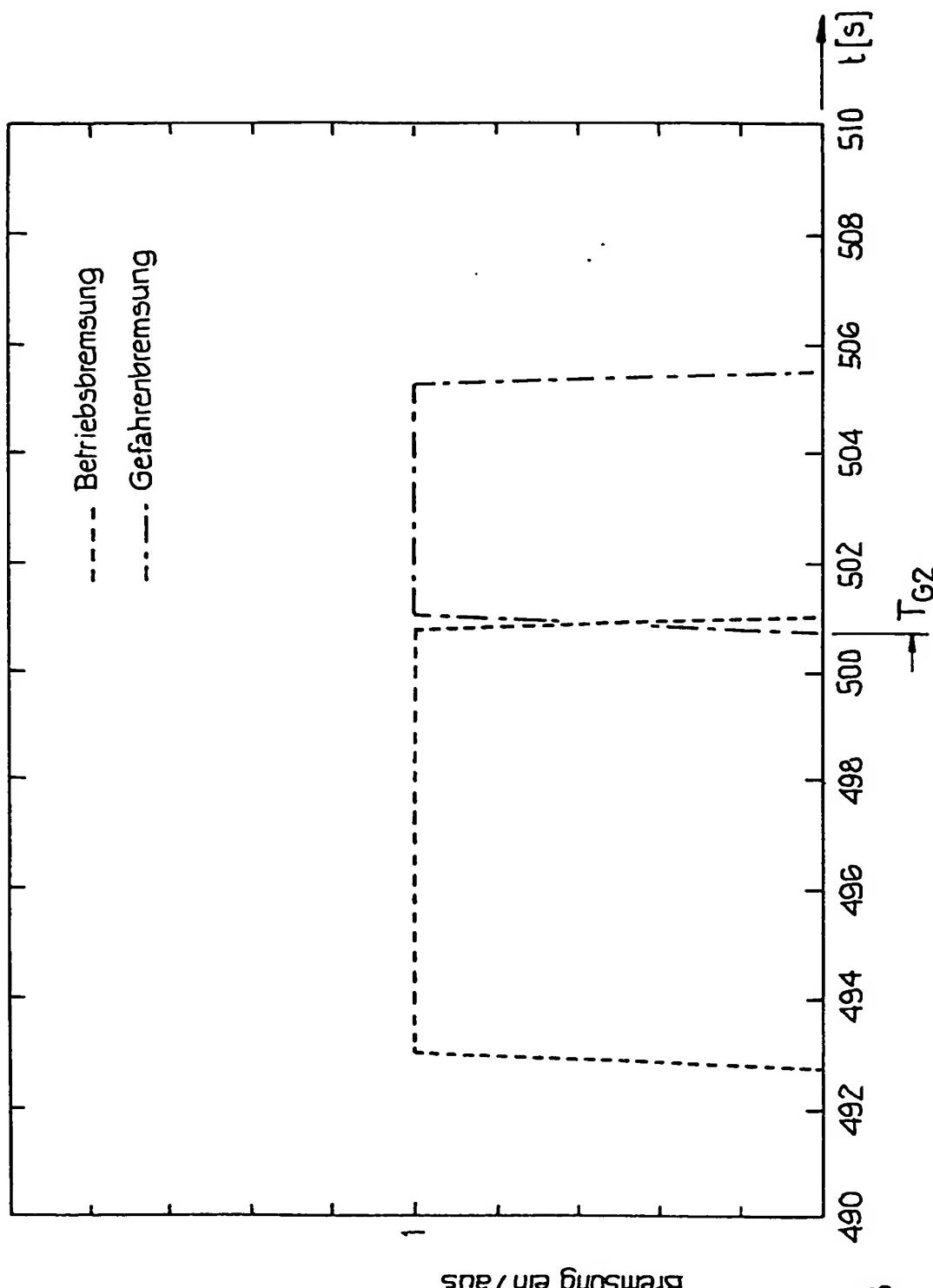


FIG. 8